

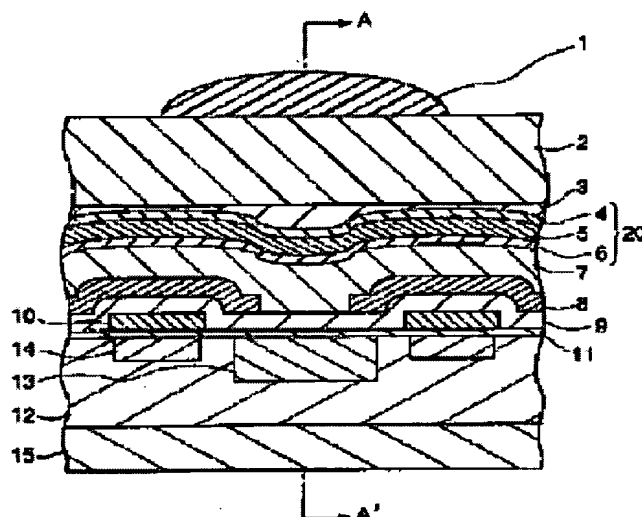
**SOLID-STATE IMAGING DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF**

**Patent number:** JP2000252451  
**Publication date:** 2000-09-14  
**Inventor:** YOSHIGAMI TAKAYUKI  
**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRONICS CORP  
**Classification:**  
- **international:** H01L27/14  
- **europaen:**  
**Application number:** JP19990052318 19990301  
**Priority number(s):** JP19990052318 19990301

Report a data error here

**Abstract of JP2000252451**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a solid-state imaging device wherein the reflection of incident light from a protective film formed to suppress a dark current, etc., is suppressed. **SOLUTION:** A multi-layer film wherein a silicon nitride film 5 which is formed by plasma chemical vapor-phase method in an atmosphere comprising hydrogen-contained gas molecules and silicon nitride-oxide films 4 and 6 having a refractive index lower than the silicon nitride film are laminated is formed as a protective film 20 for supplying a silicon substrate with hydrogen. Related to the protective film 20, its refractive index is preferred to continuously change in film-thickness direction.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK** (USPTO,

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3452828号  
(P3452828)

(45)発行日 平成15年10月6日(2003.10.6)

(24)登録日 平成15年7月18日(2003.7.18)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 27/14

H 0 1 L 27/14

D

請求項の数9(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-52318

(22)出願日 平成11年3月1日(1999.3.1)

(65)公開番号 特開2000-252451(P2000-252451A)

(43)公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)

審査請求日 平成13年8月30日(2001.8.30)

(73)特許権者 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 ▲吉▼上 孝行

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74)代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外1名)

審査官 小野田 誠

(56)参考文献 特開 平3-200367 (J P, A)

特開 平6-132515 (J P, A)

特開 平10-112532 (J P, A)

特開 平11-103037 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H01L 27/14

(54)【発明の名称】 固体撮像装置およびその製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板内に形成された受光部の上方に、水素含有気体分子を含む雰囲気中でプラズマ化学気相法により成膜された、シリコン窒化膜と、前記シリコン窒化膜よりも低い屈折率を有する膜であるシリコン窒化酸化膜とが積層された多層膜を備え、

前記多層膜として、シリコン窒化酸化膜からなる第1層、シリコン窒化膜からなる第2層およびシリコン窒化酸化膜からなる第3層が前記受光部側から順に積層され、

前記第1層および前記第3層がそれぞれ95nm～195nmの厚さを有し、前記第2層が190nm～390nmの厚さを有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 半導体基板内に形成された受光部の上方に、前記半導体基板に水素を供給するための保護膜とし

2

て、シリコン窒化膜と、前記シリコン窒化膜よりも低い屈折率を有する膜であるシリコン窒化酸化膜とが積層された多層膜が形成され、

前記多層膜として、シリコン窒化酸化膜からなる第1層、シリコン窒化膜からなる第2層およびシリコン窒化酸化膜からなる第3層が前記受光部側から順に積層され、

前記第1層および前記第3層がそれぞれ95nm～195nmの厚さを有し、前記第2層が190nm～390nmの厚さを有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項3】 シリコン窒化酸化膜における窒素および酸素の合計量に対する窒素の比率が、膜厚方向において、シリコン窒化膜に近づくにつれて高くなる請求項1または2に記載の固体撮像装置。

【請求項4】 シリコン窒化酸化膜における屈折率が、

10

膜厚方向において、シリコン窒化膜に近づくにつれて高くなる請求項 1～3 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 第 1 層および第 3 層の屈折率が、膜厚方向において、第 2 層に近づくにつれて高くなるように連続的に変化している請求項 1～4 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 多層膜が、受光部以外への外部光の入射を遮蔽するための遮光膜と受光部とを覆うように形成された絶縁膜、または前記絶縁膜上に形成された平坦化膜、の上に形成されている請求項 1～5 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 7】 半導体基板内に形成された受光部の上方に、前記半導体基板に水素を供給するための保護膜として、シリコン窒化膜と前記シリコン窒化膜よりも低い屈折率を有する膜であるシリコン窒化酸化膜とが積層された多層膜であって、シリコン窒化酸化膜からなる第 1 層、シリコン窒化膜からなる第 2 層およびシリコン窒化酸化膜からなる第 3 層が前記受光部側から順に積層され、前記第 1 層および前記第 3 層がそれぞれ 95 nm～195 nm の厚さを有し、前記第 2 層が 190 nm～390 nm の厚さを有する多層膜を、

水素含有気体分子を含む同一チャンパー内において、プラズマ化学気相法により連続して成膜する工程を含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 8】 チャンパー内に窒素含有気体分子および酸素含有気体分子を導入して、シリコン窒化酸化膜を成膜する請求項 7 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【請求項 9】 チャンパー内における窒素含有気体分子および酸素含有気体分子の合計量に対する窒素含有気体分子の比率を連続的に変化させることにより、シリコン窒化酸化膜における窒素および酸素の合計量に対する窒素の比率を、膜厚方向において、シリコン窒化膜に近づくにつれて高くする請求項 8 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像装置に関するものであり、さらに詳しくは、暗電流を抑制する水素の供給源などとして機能する保護膜が形成された固体撮像装置とその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】固体撮像装置には、画素部や回路部の保護のために、通常、保護膜が形成される。保護膜は、固体撮像装置特有の問題である暗電流を抑制するための水素の供給源としても利用される。保護膜に含まれる水素は、加熱を伴う工程においてシリコン基板へと拡散し、シリコンのダングリングボンドを終端する。ダングリングボンドが終端されると、シリコン基板における界面準位が低下して暗電流が抑制される。

【0003】保護膜としては、プラズマ化学気相法（ブ

ラズマ CVD 法）により形成されたシリコン窒化膜が多用されている。このシリコン窒化膜は、成膜ガスに含まれる SiH<sub>4</sub> や NH<sub>3</sub> に起因する、放出可能な水素を含んでいる。シリコン窒化膜は、水素を透過しにくい特性を有しており、一旦放出された水素をシリコン基板側に閉じこめる障壁としても作用する。このように、シリコン窒化膜は、固体撮像装置の保護膜として適した特性を備えている。

【0004】一方、固体撮像装置の小型化による画素面積の縮小は、固体撮像装置の感度を改善するための要素技術の開発を急務としている。感度向上のための有効な方策の一つは、固体撮像装置への入射光の反射を低減することである。

【0005】例えば、特開平 10-256518 号公報には、シリコン窒化膜からなる保護膜と、保護膜の受光部側に接するように形成された低反射膜とを備えた固体撮像装置が開示されている。この固体撮像装置では、低反射膜を形成することにより、シリコン基板からの反射光が抑制されている。低反射膜として具体的に開示されている膜は、減圧 CVD 法により形成されたシリコン窒化膜である。

【0006】一般に、屈折率が異なる媒質に入射する光線の反射は、媒質の屈折率差に応じて大きくなる。特開平 10-256518 号公報に記載されているような低反射膜は、固体撮像装置において、基板上方に形成される膜よりも屈折率が高いシリコン基板からの反射を抑制する効果を奏する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、基板上方に積層される膜の屈折率も一様ではなく、特に保護膜として形成されるシリコン窒化膜の屈折率は、シリコン窒化膜に隣接して形成される膜の屈折率よりも相対的に高い。このため、シリコン基板からの反射のみならず、保護膜からの反射も、固体撮像装置の感度改善には問題となる。しかし、保護膜からの反射が問題だからといって保護膜の形成を省略すると、暗電流が低減できず、素子の信頼性も維持できない。

【0008】そこで、本発明は、暗電流の抑制などに有効な保護膜が形成された構成を有しながらも、保護膜からの入射光の反射が抑制された固体撮像装置とその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第 1 の固体撮像装置は、半導体基板内に形成された受光部の上方に、水素含有気体分子を含む雰囲気中でプラズマ化学気相法により成膜された、シリコン窒化膜と、前記シリコン窒化膜よりも低い屈折率を有する膜であるシリコン窒化酸化膜とが積層された多層膜を備え、前記多層膜として、シリコン窒化酸化膜からなる第 1 層、シリコン窒化膜からなる第 2 層およびシリコン

10

20

30

40

50

窒化酸化膜からなる第3層が前記受光部側から順に積層され、前記第1層および前記第3層がそれぞれ95nm～195nmの厚さを有し、前記第2層が190nm～390nmの厚さを有することを特徴とする。

【0010】また、本発明の第2の固体撮像装置は、半導体基板内に形成された受光部の上方に、前記半導体基板に水素を供給するための保護膜として、シリコン窒化膜と、前記シリコン窒化膜よりも低い屈折率を有する膜であるシリコン窒化酸化膜とが積層された多層膜が形成され、前記多層膜として、シリコン窒化酸化膜からなる第1層、シリコン窒化膜からなる第2層およびシリコン窒化酸化膜からなる第3層が前記受光部側から順に積層され、前記第1層および前記第3層がそれぞれ95nm～195nmの厚さを有し、前記第2層が190nm～390nmの厚さを有することを特徴とする。

【0011】本発明の固体撮像装置によれば、保護膜からの入射光の反射が抑制され、固体撮像装置の感度が向上する。また、保護膜が形成されているために、暗電流を抑制し、素子の信頼性を維持することもできる。

【0012】

【0013】

【0014】本発明では、第1層および第3層がそれぞれ95nm～195nmの厚さを有し、第2層が190nm～390nmの厚さを有するため、可視光域（波長：380nm～780nm）における反射光をさらに低減できる。第1層および第3層の膜厚はさらに好ましくは120nm～150nmである。また、第2層の膜厚はさらに好ましくは250nm～300nmである。

【0015】また、本発明の固体撮像装置では、シリコン窒化酸化膜における窒素および酸素に対する窒素の含有率が、膜厚方向において、シリコン窒化膜に近づくにつれて高くなることが好ましい。シリコン窒化酸化膜は、シリコン窒化膜と接する面において、シリコン窒化膜と連続した組成を有するように形成されていることが好ましい。

【0016】また、本発明の固体撮像装置では、シリコン窒化酸化膜における屈折率が、膜厚方向において、シリコン窒化膜に近づくにつれて高くなることが好ましい。この膜における屈折率は、シリコン窒化膜と接する面において、シリコン窒化膜の屈折率と連続した屈折率を有するように形成されていることが好ましい。

【0017】また、本発明の固体撮像装置では、第1層および第3層の屈折率が、膜厚方向において、第2層に近づくにつれて高くなるように連続的に変化していることが好ましい。

【0018】また、本発明の固体撮像装置では、多層膜が、①受光部以外への外部光の入射を遮蔽するための遮光膜と受光部とを覆うように形成された絶縁膜、または②前記絶縁膜上に形成された平坦化膜、の上に形成されていることが好ましい。

【0019】本発明の固体撮像装置の製造方法は、半導体基板内に形成された受光部の上方に、前記半導体基板に水素を供給するための保護膜として、シリコン窒化膜と前記シリコン窒化膜よりも低い屈折率を有する膜であるシリコン窒化酸化膜とが積層された多層膜であって、シリコン窒化酸化膜からなる第1層、シリコン窒化膜からなる第2層およびシリコン窒化酸化膜からなる第3層が前記受光部側から順に積層され、前記第1層および前記第3層がそれぞれ95nm～195nmの厚さを有し、前記第2層が190nm～390nmの厚さを有する多層膜とを、水素含有気体分子を含む同一チャンパー内において、プラズマCVD法により連続して成膜する工程を含むことを特徴とする。

【0020】本発明の製造方法によれば、保護膜からの入射光の反射が抑制され、感度が向上した固体撮像装置を効率良く製造できる。

【0021】本発明の固体撮像装置の製造方法では、チャンパー内に窒素含有気体分子および酸素含有気体分子を導入して、シリコン窒化酸化膜を成膜することが好ましい。

【0022】本発明の固体撮像装置の製造方法では、チャンパー内における窒素含有気体分子および酸素含有気体分子の合計量に対する窒素含有気体分子の比率を連続的に変化させることにより、シリコン窒化酸化膜における窒素および酸素の合計量に対する窒素の比率を、膜厚方向において、シリコン窒化膜に近づくにつれて高くなることが好ましい。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の固体撮像装置の一形態の受光部付近を拡大して示す断面図である。

【0024】この固体撮像装置では、n型シリコン基板15に形成されたp型ウェル層12の表面に、受光部13が形成されている。受光部13は、シリコン基板の表面に縦横に配列される画素ごとに形成される。また、p型ウェル層12の表面には、受光部13の光電変換機能により生じた電荷を転送するために、受光部13に隣接して電荷転送部14が形成されている。シリコン基板の表面は、ゲート絶縁膜11により覆われている。

【0025】ゲート絶縁膜11上には、ゲート電極10が所定のパターンを描くように形成されている。ゲート電極10は第1の絶縁膜9により覆われている。第1の絶縁膜9上には、受光部13上方が開口部となるように、遮光膜8が形成されている。遮光膜8は、受光部13以外の領域に入射しようとする外部からの光線を遮蔽する。さらに、これらの膜全体を覆うように、第2の絶縁膜7が形成される。第2の絶縁膜7上には保護膜20が形成される。保護膜20上には、平坦化膜3、カラーフィルター層2、オンチップマイクロレンズ1がこの順に形成される。

【0026】保護膜20以外の各構成部分は、従来から用いられてきた方法により製造することができる。シリコン基板内の受光部13や電荷転送部14は、イオン注入法により作製される。ゲート絶縁膜11は、シリコン基板の熱酸化により形成される。ゲート電極10は、成膜したポリシリコン膜をエッチングすることにより形成される。第1の絶縁膜9としては、例えば、ゲート電極を酸化して形成したシリコン酸化膜に、減圧CVD法によりTEOS(tetraethylorthosilicate)を熱分解して形成したシリコン酸化膜を積層して形成される。遮光膜8としては、タングステンシリサイド膜、タングステン膜などを用いることができる。第2の絶縁膜7としては、例えばボロン、リンなどの不純物をドーブした、プラズマCVD法によるシリコン酸化膜を用いることができる。

【0027】また、平坦化膜3は、例えばアクリル系樹脂を用いて形成することができる。カラーフィルタ層2は、染料や顔料を分散した樹脂材料を用いて形成される。オンチップマイクロレンズ1は、例えばフェノール系の樹脂などを用いて形成される。オンチップマイクロレンズ1は、受光部に対応するように分割された樹脂層を加熱することによりドーム形状へと成形される。

【0028】以下、保護層20について説明する。本実施形態では、第1の絶縁膜7上に保護膜20が形成されている。この保護膜20は、第1の保護膜6、第2の保護膜5、第3の保護膜4の三層がこの順に積層されて構成されている。第1の保護膜6および第3の保護膜4は、プラズマCVD法により成膜されたシリコン窒化酸化膜(以下「p-SiON膜」という)である。第2の保護膜5はプラズマCVD法により成膜されたシリコン窒化膜(以下「p-SiN膜」という)である。

【0029】p-SiN膜は、好ましくは $Si_xN_y$ 。(ただし、 $0.75 \leq x/y \leq 1.25$ )で表示される組成を有する。この組成であればSiのダングリングボンドが存在するアモルファス状態であり、その結果、Siと水素との結合の形成が容易となって暗電流抑制の効果がある。また、この膜の屈折率は、 $Si/N$ 比により多少の差異は生じるものの、可視光域では約2.0となる。一方、p-SiON膜は、好ましくは $Si_xO_yN_z$  ( $0 \leq z/(y+z) \leq 1$ ,  $0.75 \leq x/(y+z) \leq 1.5$ )で表示される組成を有する。これらの膜において、Siの比率が高くなると、Siと水素との結合が増加するが膜質が硬くなり、Siの比率が低すぎるとSiと水素との結合が減少するが膜質が柔らかくなる。この膜の屈折率は、組成により多少の差異は生じるものの、可視光域で1.47~2.0程度である。

【0030】図1に示したように、2層のp-SiON膜によりp-SiN膜を挟持すれば、p-SiN膜の界面における屈折率の変化は緩和され、保護膜からの反射は抑制される。また、各層の膜厚を上記に例示した好ま

しい範囲に調整すれば、保護膜からの反射はさらに抑制される。

【0031】p-SiON膜の組成を、膜厚方向において連続的に変化させれば、保護膜からの反射はさらに効果的に抑制される。図2に、このようなp-SiON膜を備えた固体撮像装置における受光部上方の膜構成(図1におけるA-A'断面)とこの膜構成における屈折率変化を示す。なお、図2では、保護層以外の各層を、上記に例示した代表的な材料により構成した場合の屈折率変化を示している。

【0032】図2に示した形態では、p-SiON膜4、6は、p-SiN膜5に近づくにつれて屈折率が高くなるように形成されている。具体的には、p-SiON膜4、6では、p-SiN膜5に近づくにつれて、窒素および酸素の合計量に対する窒素の比率( $z/(y+z)$ )が高くなっている。p-SiON膜4、6は、p-SiN膜5に接する部分では、実質的に、p-SiN膜の組成(酸素を実質的に含有しない組成; $z/(y+z)=1$ )となるように成膜されている。

【0033】一方、p-SiON膜4、6は、p-SiN膜5から見て反対側の端部において最も低い屈折率を有する。図2に示した形態では、p-SiON膜6は、この反対側の端部で、第2の絶縁膜7であるシリコン酸化膜と接している。この端部において、p-SiON膜6は、実質的に、シリコン酸化膜の組成(窒素を実質的に含有しない組成; $z/(y+z)=0$ )となるように成膜されている。

【0034】また、p-SiON膜4は、p-SiN膜5から見て反対側の端部で、平坦化膜3であるアクリル系樹脂膜と接している。この端部においても、p-SiON膜4は、実質的に、シリコン酸化膜の組成(窒素を実質的に含有しない組成; $z/(y+z)=0$ )となるように成膜されている。アクリル系樹脂の屈折率はシリコン酸化膜の屈折率にほぼ等しいため、図2に示したように、この端部においても、屈折率はほぼ連続的に変化している。

【0035】このように、p-SiON膜4、6およびp-SiN膜5からなる保護膜は、保護膜内部のみならず、保護膜と隣接する膜との間にもほぼ連続した屈折率の分布を有するように構成されている。具体的には、図2に示したように、シリコン基板側から、屈折率1.47のシリコン酸化膜の層11、9、7、屈折率が1.47から2.0へと漸増するp-SiON膜6、屈折率が2.0のp-SiN膜5、屈折率が2.0から1.47へと漸減するp-SiON膜4、屈折率が1.49程度の樹脂層がこの順に形成されている。このような屈折率分布により、この固体撮像装置では、保護膜からの反射が効果的に抑制されている。

【0036】なお、図1には、保護膜20が絶縁膜7上に形成された態様を示したが、保護膜20の形成箇所は

特に限定されず、例えば平坦化膜 3 上に形成してもよい。平坦化膜 3 上に形成する場合には、平坦化膜 3 上に配置されるアルミ配線上に形成しても構わない。

【0037】 $p-SiON$ 膜 4、6 および  $p-SiN$  膜は、 $SiH_4$ 、 $NH_3$  のような水素含有気体分子を含む雰囲気中でのプラズマ CVD 法により成膜される。このため、これらの膜は、膜中に水素を含有した膜として成膜される。水素は、保護膜成膜後に行われる加熱を伴う工程で放出され、シリコン基板表面上のダングリングボンドを終端する。ダングリングボンドが終端されると、シリコン基板内の界面順位が低下して暗電流が抑制される。 $p-SiN$ 膜は、放出された水素をシリコン基板側に閉じこめる障壁としても機能する。また、これらの膜は、 $NH_3$ 、 $N_2$ 、 $N_2O$  のような窒素含有気体分子を含む雰囲気において成膜される。さらに、 $p-SiON$ 膜は、 $N_2O$  のような酸素含有気体分子を含む雰囲気において成膜される。

【0038】次に、プラズマ CVD 法による保護膜 20 の形成方法について説明する。保護膜 20 の  $p-SiON$ 膜 4、6 および  $p-SiN$  膜は、同一チャンパー内において成膜ガスの流量比を変えながら成膜することができる。このように成膜すれば、連続的な屈折率分布を実現しやすい。

【0039】図 3～図 6 に、成膜ガスの流量比の制御例（図 3～図 5）および印加電圧（図 6）の例を示す。この例では、成膜ガスとして、 $SiH_4$ 、 $N_2O$ 、 $NH_3$ 、 $N_2$  および  $He$  が用いられている。 $SiH_4$  は  $Si$  と  $H$  との供給源であり、 $N_2O$  は  $N$  と  $O$  との供給源であり、 $NH_3$  は  $N$  と  $H$  との供給源である。 $N_2$  および  $He$  は希釈ガスであるが、 $N_2$  は  $N$  の供給源としても作用する。

【0040】図 3 に示したように、 $SiH_4$  の流量は保護膜を成膜する期間でほぼ一定とされる。なお、 $NH_3$  および  $He$  の流量も、図示は省略するが図 3 に示したように、ほぼ一定の流量で供給される。

【0041】一方、 $N_2O$  は、 $p-SiN$  膜の形成時には供給されず、 $p-SiON$  膜の形成時には所定の割合で連続的に増加または減少するように供給される。さらに具体的には、図 4 に示したように、 $p-SiON$  膜 6 の成膜時において、 $N_2O$  は、 $p-SiN$  膜 5 に近づくほど少なくなるように供給され、 $p-SiN$  膜側の端部では供給が停止される。 $N_2O$  は唯一の  $O$  供給源であるため、 $N_2O$  の供給を停止すると  $p-SiON$  膜への酸素の供給も停止される。一方、 $p-SiON$  膜 4 の成膜時において、 $N_2O$  は、 $p-SiN$  膜 5 から離れるほど多くなるように供給される。

【0042】図 5 に示したように、 $N_2$  は、 $p-SiN$  膜および  $p-SiON$  膜の形成時において、それぞれ所定の量が供給される。 $N_2$  の供給量を調整することにより、膜中の窒素の含有率が調整される。

【0043】図 6 に示したように電圧を印加して各膜を

成膜することにより、保護膜 20 は、成膜ガスの調整のための時間を挟みながらも、同一チャンパー内において連続的に積層される。

【0044】図 7～図 9 は、成膜時間に代えて保護膜の厚さを採用したときの各成膜ガスの供給量の変化を示した図である。図 10 は、上記方法により成膜される保護膜の膜厚方向の屈折率変化を示す図である。

【0045】プラズマ CVD 法により形成する膜の組成の調整方法は、上記方法に限られない。例えば  $SiH_4$  の流量を変化させて膜中の  $O$  と  $N$  との比率を制御することもできる。ただし、 $SiH_4$  の流量により膜組成を調整する場合、 $SiH_4$  の流量を高くし過ぎると、 $Si$  の含有率が高くなりすぎて膜質が堅くなる。

【0046】上記のように、保護膜は、水素含有気体分子（ $SiH_4$ 、 $NH_3$  など）および酸素含有分子（ $N_2O$ ）を適宜供給しながら実施する、プラズマ CVD 法により成膜することが好ましい。

【0047】上記実施形態で説明したような膜構成を有する固体撮像装置を実際に作製したところ、保護膜としてシリコン窒化膜のみを形成した従来の構成と比較して、固体撮像装置の感度を約 5% 改善することができた。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、固体撮像装置において保護膜を多層化することにより、暗電流の抑制など保護層の機能を維持しながら、保護層からの反射を抑制することができる。また、このような保護層を効率的に成膜することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の固体撮像装置の一形態の断面図である。

【図 2】 図 1 に示した固体撮像装置の膜構成（A-A' 断面）、およびこの膜構成における各膜の屈折率を示す図である。

【図 3】 本発明の固体撮像装置における保護膜をプラズマ CVD 法で成膜する場合の成膜時間に対する  $SiH_4$  の制御例を示す図である。

【図 4】 本発明の固体撮像装置における保護膜をプラズマ CVD 法で成膜する場合の成膜時間に対する  $N_2O$  の制御例を示す図である。

【図 5】 本発明の固体撮像装置における保護膜をプラズマ CVD 法で成膜する場合の成膜時間に対する  $N_2$  の制御例を示す図である。

【図 6】 本発明の固体撮像装置における保護膜をプラズマ CVD 法で成膜する場合の成膜時間に対する印加電圧の制御例を示す図である。

【図 7】 本発明の固体撮像装置における保護膜をプラズマ CVD 法で成膜する場合の保護膜の膜厚に対する  $SiH_4$  の制御例を示す図である。

【図 8】 本発明の固体撮像装置における保護膜をプラ

11

プラズマCVD法で成膜する場合の保護膜の膜厚に対する $N_2O$ の制御例を示す図である。

【図9】 本発明の固体撮像装置における保護膜をプラズマCVD法で成膜する場合の保護膜の膜厚に対する $N_2O$ の制御例を示す図である。

【図10】 図3～図9に示した制御例によるプラズマCVD法により成膜した保護膜の膜厚方向における屈折率変化を示す図である。

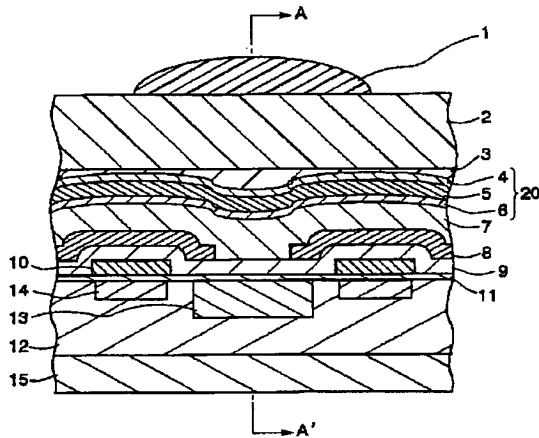
【符号の説明】

- 1 オンチップマイクロレンズ
- 2 フィルタ層
- 3 平坦化膜
- 4 第3の保護膜 (p-SiON膜)

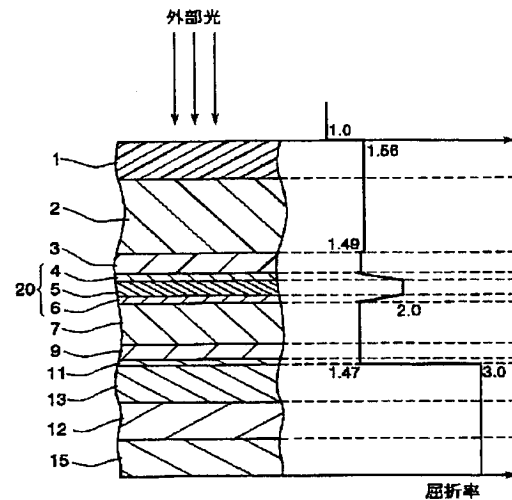
- \* 5 第2の保護膜 (p-SiN膜)
- 6 第1の保護膜 (p-SiON膜)
- 7 第2の絶縁膜
- 8 遮光膜
- 9 第1の絶縁膜
- 10 ゲート電極
- 11 ゲート絶縁膜
- 12 p型ウェル層
- 13 受光部
- 10 14 電荷転送部
- 15 n型シリコン基板
- 20 保護膜

\*

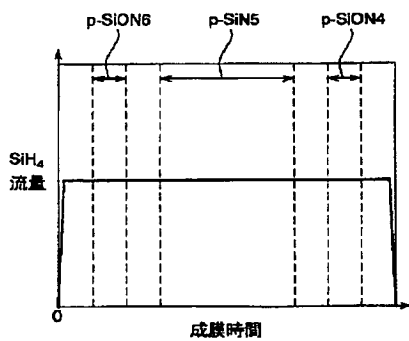
【図1】



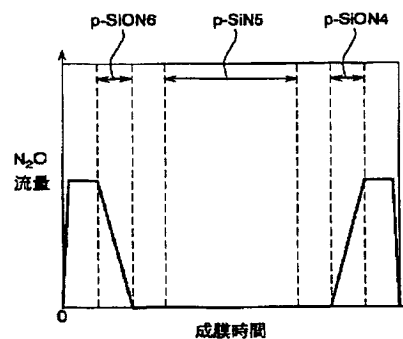
【図2】



【図3】

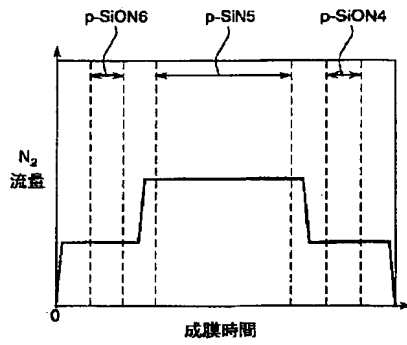


【図4】

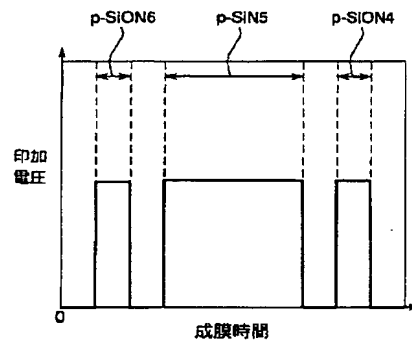




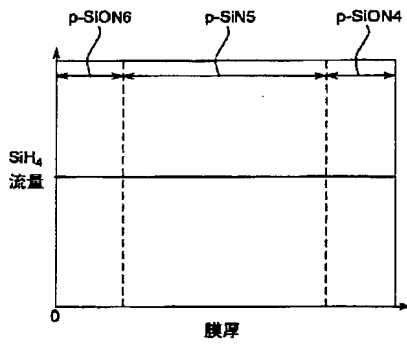
【図5】



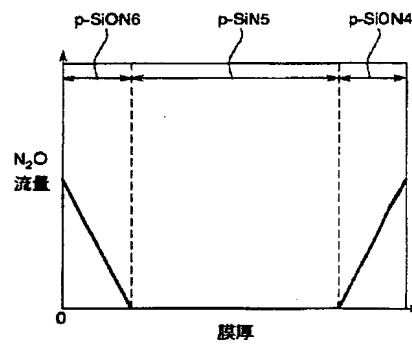
【図6】



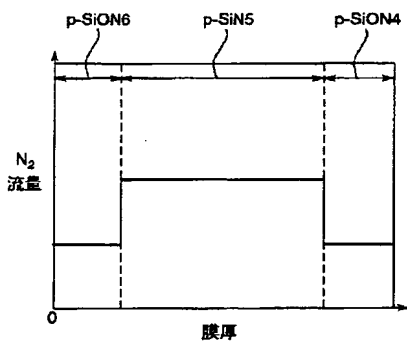
【図7】



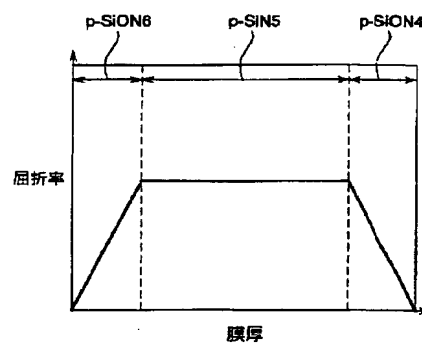
【図8】



【図9】



【図10】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**